مجله‌ی غدد درون‌ریز و متابولیسم ایران
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی شهید بهشتی
دوره‌ی شانزدهم، شماره‌ی ۵، صفحه‌های ۳۱۸ ـ ۳۰۹ (آذر ـ دی ۱۳۹۳)

مقاله‌ی پژوهشی

ارتباط چگالی انرژی رژیم غذایی و خطر بروز دیابت نوع ۲ در مطالعه قند و لیپید تهران

فیروزه حسینی اصفهانی[۱]، انسیه فلاح نوروزی نژاد[۱]، نازنین مصلحی[۱]، دکتر پروین میرمیران[۱،۲]، دکتر فریدون عزیزی[۳]

۱) مرکز تحقیقات تغذیه و غدد درون‌ریز، مرکز تحقیقات پیشگیری و درمان چاقی، پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ۲) گروه تغذیه بالینی و رژیم درمانی، دانشکده‌ی تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ۳) مرکز تحقیقات غدد درون‌ریز، پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران، **نشانی مکاتبه‌ی نویسنده‌ی مسئول**: گروه تغذیه بالینی و رژیم درمانی، دانشکده‌ی تغذیه و صنایع غذایی، انستیتو تحقیقات تغذیه‌ای و صنایع غذایی کشور، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، دکتر پروین میرمیران؛ e-mail: mirmiran@endocrine.ac.ir

چکیده

مقدمه: رژیم غذایی با چگالی انرژی بالا زمینه‌ساز چاقی و دیابت نوع ۲ است، اما بررسی‌های انجام شده در این زمینه معدود می‌باشد. هدف پژوهش حاضر، بررسی ارتباط چگالی انرژی رژیم غذایی و خطر بروز دیابت نوع ۲ بود. مواد و روش‌ها: مطالعه‌ی حاضر به صورت مورد ـ شاهدی لانه گزیده روی ۱۷۸ فرد دیابتی که بعد از ۹ سال پی‌گیری، در مطالعه‌ی قند و لیپید تهران به این بیماری مبتلا شدند، انجام گرفت. برای هر مورد ۳ کنترل به صورت تصادفی از افراد سالم انتخاب شد. چگالی انرژی، از تقسیم کل کالری حاصل از مواد غذایی و نوشیدنی‌ها بر مقدار ماده مصرفی تعیین گردید. یافته‌ها: میانگین سنی زنان ۶/۵±۴۳ سال و مردان ۱۲±۴۴/۵ سال بود. رژیم غذایی با چگالی انرژی بالا، با دریافت بالای کالری، چربی، کربوهیدرات و گوشت فراوری شده ارتباط مستقیم، و با دریافت پایین سبزی و میوه ارتباط معکوس داشت (P<۰/۰۵). چگالی انرژی رژیم غذایی در زنان، پس از تعدیل برای عوامل خطر بروز دیابت نوع ۲ و کل انـــرژی دریافتی (OR=۲/۲۸، P=۰/۰۲) و کل چربی دریافتی (OR=۲/۱۵، P=۰/۰۳) با خطر دیابت نوع ۲ ارتباط داشت، در مردان بعد از تعدیل برای عوامل خطر دیابت و کالری و چربی دریافتی این ارتباط دیده نشد. نتیجه‌گیری: در بررسی حاضر ارتباطی بین خطر دیابت نوع ۲ و چگالی انرژی رژیم غذایی در مردان دیده نشد، اما در زنان بعد از تعدیل عوامل مداخله‌گر ارتباط مثبت میان خطر دیابت نوع ۲ و چگالی انرژی رژیم غذایی مشاهده نگردید.

واژگان کلیدی: دیابت نوع ۲، چگالی انرژی، دیابت، مطالعه‌ی قند و لیپید تهران

دریافت مقاله: ۹۳/۵/۱۵ـ دریافت اصلاحیه: ۹/۸/۴ ـ پذیرش مقاله: ۹۳/۸/۱۴

مقدمه

دیابت نوع ۲ شایع‌ترین شکل بیماری در جمعیت بالای ۲۰ سال، دیابت می‌باشد و بروز این بیماری در سراسر جهان رو به افزایش است و اقتصاد همه‌ی جوامع، به ویژه کشورهای در حال توسعه را تحت تاثیر قرار می‌دهد.[۱،۲] در ایران نیز به ازای هر سال شیوع این بیماری ۰/۴٪ افزایش می‌یابد و این میزان شیوع در افراد بالای ۴۰ سال ۲۴٪ است.[۳] در بیماری‌زایی دیابت نوع ۲ ترکیبی از عوامل محیطی و ژنتیکی دخیل هستند، که یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی خطر این بیماری، که بالقوه قابل اصلاح و تغییر است، رژیم غذایی و دریافت بالای انرژی می‌باشد.[۱،۲،۴] چگالی انرژی رژیم غذایی از رفتارهای غذا خوردن وابسته به چاقی OREB[i] می‌باشد.[۵] چگالی انرژی رژیم غذایی که ممکن است در تنظیم دریافت غذا نقش داشته باشد[۶] به صورت مقدار انرژی رژیم غذایی به ازای وزن غذا تعریف می‌شود (کیلو کالری بر گرم).[۷] بررسی‌ها نشان داده‌اند که افراد برای داشتن حس سیری، تمایل به مصرف حجم یکسانی غذا دارند و مصرف غذاهای با چگالی انرژی بالا، منجر به پرخوری غیرفعال می‌گردد و مطالعات مشاهده‌ای بسیاری ارتباط مثبت بین چگالی انرژی رژیم غذایی DED[ii] و افزایش وزن و یا افزایش دور کمر را یافته‌اند.[۸-۱۳] غذاهای با چگالی انرژی بالا سرشار از غلات

i - Obesity-Related Eating Behaviors
ii - Dietary Energy Density

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]

تصفیه‌شده و قند و چربی افزوده شده هستند که غالباً خوش طعم، ارزان و در دسترس می‌باشند، اما با افزایش دریافت انرژی و ارزش غذایی و کیفیت پایین در ارتباط هستند. کاهش چگالی انرژی رژیم غذایی رویکرد اساسی برای کاهش چاقی در جهان است[۱۲] که با توجه به نقش چاقی در پیشرفت و بروز دیابت نوع ۲ از اهمیت بسزایی برخوردار است.[۱۴] بررسی‌های معدودی ارتباط چگالی انرژی مواد غذایی و بروز دیابت را مورد بررسی قرار دادند،[۱۲،۱۵،۱۶] از جمله مطالعات آینده‌نگر و مقطعی انجام شده در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ که نشان دادند رژیم غذایی با چگالی بالا منجر به بروز دیابت نوع ۲ و افزایش انسولین ناشتا می‌گردد.[۱۲،۱۶] در عین حال مطالعه‌ی دیگری که توسط پژوهش‌گران ژاپنی انجام گرفت نتوانست بین چگالی انرژی رژیم غذایی و افزایش گلوکز ناشتا ارتباطی پیدا کند.[۱۵] با توجه به مطالعات کم انجام شده در این زمینه، و یافته‌های متناقض به دست آمده از این بررسی‌ها، هدف پژوهش حاضر بررسی ارتباط چگالی انرژی مواد غذایی مصرفی و خطر دیابت نوع ۲ در بزرگسالان شرکت‌کننده در مطالعه‌ی قند و لیپید تهران TLGS[i] بود.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به روش مطالعه مورد ـ شاهدی لانه‌گزیده[ii] در قالب مطالعه قند و لیپید تهران انجام گردید، که مطالعه‌ی آینده‌نگر در حال اجرا بر پایه جمعیت و با هدف تعیین شیوع عوامل خطر بیماری‌های غیر واگیر و بهبود شیوه‌ی زندگی به منظور پیشگیری یا حذف عوامل خطر در گروهی از ساکنین منطقه ۱۳ تهران، می‌باشد.[۱۷] مرحله‌ی اول TLGS، مطالعه‌ی مقطعی یا جمع‌آوری داده‌های پایه بود که روی ۱۵۰۰۵ فرد بالای ۳ سال در سال‌های ۸۰-۱۳۷۸ انجام شد. شرکت‌کنندگان به روش نمونه‌گیری خوشه‌ای تصادفی از سه مرکز بهداشتی درمانی انتخاب شده بودند. پی‌گیری شرکت‌کنندگان هر ۳ سال یک‌بار در سال‌های ۸۴-۱۳۸۱ (مرحله دوم)، ۸۷-۱۳۸۴ (مرحله سوم)، ۹۰-۱۳۸۷ (مرحله چهارم)، به منظور تکرار اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی و تن‌سنجی انجام شد. در مرحله‌ی یک و دو از مطالعه‌ی TLGS، افرادی که سالم بوده و به بیماری دیابت نوع ۲ مبتلا نبودند به مدت ۹ سال مورد پی‌گیری قرار گرفتند. از میان این افراد، ۵۳۱ نفر بعد از این مدت پی‌گیری (در مرحله سوم و چهارم پی‌گیری) به بیماری دیابت نوع ۲ مبتلا شدند. از این تعداد افراد دیابتی، داده‌های تغذیه‌ای ۲۱۵ نفر در دسترس بود که بعد از خروج افرادی که داروهای کاهش دهنده‌ی قند خون مصرف می‌کردند (۳۷ نفر)، ۱۷۸ فرد وارد مطالعه شدند. برای هر مورد ۳ کنترل به صورت تصادفی از میان افرادی که به این بیماری مبتلا نبودند، انتخاب گردید. کنترل‌ها با موردها از نظر سن (۳± سال)، جنس و طول مدت پیگیری همسان شدند.

i- Tehran Lipid and Glucose Study
ii - Nested Case-Control

تعاریف واژه‌ها:

دیابت بر مبنای تعریف انجمن دیابت امریکا ADA[iii] در سال ۲۰۰۳ به این گونه تعریف گردید: قند خون ناشتا ≤۱۲۶ و قند خون ۲ ساعته‌ی ≤۲۰۰ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر.[۱۸]

چگالی انرژی مواد غذایی که به صورت مقدار انرژی موجود در واحد وزن غذا (کیلوکالری بر گرم) تعریف می‌گردد.[۷]

دریافت‌های تغذیه‌ای

دریافت‌های غذایی معمول افراد با استفاده از پرسش‌نامه روا و پایای بسامد خوراک نیمه کمی FFQ[iv] جمع‌آوری گردید.[۱۹] از شرکت‌کنندگان خواسته شد تا بسامد مصرف خود را در مورد هر قلم از مواد غذایی پرسش‌نامه در طول سال گذشته بر حسب روز، هفته، ماه یا سال گزارش نمایند. بسامد گزارش شده برای هر قلم غذایی که بر اساس مقادیر پیمانه‌های خانگی بود، به دریافت روزانه بر حسب گرم تبدیل گردید. با توجه به کامل نبودن جدول ترکیبات ایرانی از نظر تعداد اقلام غذایی و ریزمغذی‌ها برای تجزیه‌ی بیشتر اقلام غذایی از نظر انرژی و مواد مغذی دریافتی، از جدول ترکیبات غذایی USDA[v] استفاده گردید. برای غذاهای ترکیبی (مانند پیتزا)، مواد مغذی بر اساس جمع مواد مغذی اقلام غذایی تشکیل‌دهنده‌ی آن غذا محاسبه شد. چگالی انرژی مواد غذایی که به صورت مقدار انرژی موجود در واحد وزن غذا (کیلوکالری بر گرم) و براساس فرمول زیر محاسبه می‌گردد. مجموع دریافت (گرم در روز) نوشیدنی‌های کالریک و غیرکالریک (چای) به جز آب در محاسبه قرار داده می‌شوند.[۷]

$$DED = \frac{\sum_{t=1}^{n} Energy_t}{\sum_{t=1}^{n} Quantity_t}$$

iii - American Diabetes Association
iv - Food Frequency Questionnaire
v - United State Department of Agriculture

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]

وزن با کمینه پوشش و بدون کفش با استفاده از ترازوی دیجیتالی در محدوده ۱۰۰ گرم اندازه‌گیری و ثبت شد. قد افـراد با استفاده از مـتر نـواری در وضعیت ایستاده در کنار دیوار و بدون کفش در حالی که کتف‌ها در شرایط عادی قرار دارند در محدوده ۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. نمایه‌ی توده‌ی بدن[i] از تقسیم وزن (به کیلوگرم) بر مجذور قد (به مترمربع) محاسبه گردید. فعالیت بدنی با استفاده از پرسش‌نامه‌ای شامل فهرستی از فعالیت‌های معمول روزانه‌ی زندگی، فراوانی و زمان صرف شده در هر هفته برای آن فعالیت، طی ۱۲ ماه گذشته، ارزیابی گردید. سطح فعالیت بدنی به صورت معادل متابولیک در دقیقه در هفته بیان گردید. پایایی بالا و روایی نسبی برای پرسش‌نامه ترجمه شده به فارسی[ii] MAQ در بزرگسالان تهرانی گزارش شد.[۲۰]

بررسی‌های آزمایشگاهی

از تمام مراجعه‌کنندگان پس از ۱۴-۱۲ ساعت ناشتا بودن بین ساعت‌های ۹-۷ صبح یک نمونه خون سیاهرگی به منظور اندازه‌گیری گلوکز اخذ گردید. نمونه‌های خون ۱۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و اندازه‌گیری در همان روز با استفاده از دستگاه اتوآنالایزر سلکترا ۲ انجام شد. قند خون ۲ ساعته و گلوکز ناشتا توسط رنگ سنجی آنزیمی و با استفاده از روش گلوکز اکسیداز اندازه‌گیری گردید. تغییرات ضریب درون و برون آزمون قند خون ناشتا ۲/۲٪ به دست آمد.

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۹ انجام شد. در مطالعات مورد ـ شاهدی نسبت تعداد افراد شاهد به مورد می‌تواند متفاوت باشد، اگرچه در بیشتر مطالعات نسبت ۱:۱ یا ۲:۱ لحاظ می‌شود. قدرت نسبی (relative power) آنالیزهای آماری در اینگونه مطالعات وابسته به تعداد افراد گروه شاهد به ازای هر فرد مورد است و نشان داده شده که با افزایش تعداد افراد گروه شاهد به ازای هر فرد مورد، قدرت نسبی افزایش می‌یابد. با توجه به تعداد نسبتاً کم افراد گروه مورد در این مطالعه و به منظور افزایش قدرت نسبی، تعداد افراد شاهد ۳ نفر به ازای هر فرد گروه مورد گرفته شده است.[۲۱] یافته‌ها به صورت میانگین± انحراف معیار گزارش شده‌اند. برای طبقه بندی شرکت-کنندگان از چارک چگالی انرژی رژیم غذایی استفاده شد. متغیر مستقل (DED) برای متغیرهای پیوسته و طبقه‌بندی شده با چارک تعیین شد و همه‌ی مدل‌ها با در نظر گرفتن چگالی انرژی رژیم غذایی در چارک‌ها و مبنا قرار دادن پایین‌ترین چارک انجام شدند. تفاوت شرکت‌کنندگان در ویژگی‌های کلی در میان چارک‌های چگالی انرژی رژیم غذایی با آزمون آنووا برای متغیرهای کمی و X^2 برای متغیرهای پیوسته به تفکیک در مردان و زنان بیان گردید. تفاوت در دریافت‌های درشت‌مغذی‌ها و گروه‌های غذایی با آزمون آنووا انجام گرفت. ارتباط میان خطر دیابت نوع ۲ و چارک-های مختلف انرژی با استفاده از رگرسیون لجستیک تعدیل شده انجام شد. این ارتباط با ۴ مدل مورد بررسی قرار گرفت. در مدل خام به تفکیک جنس آزمون در زنان و مردان انجام شد. در مدل اول برای عوامل خطر دیابت از جمله سابقه‌ی خانوادگی دیابت (بله، خیر)، استعمال سیگار (بله، خیر)، BMI و فعالیت بدنی کنترل انجام شد. فعالیت بدنی در ۴ چارک تقسیم‌بندی شد. چارک ابتدایی فعالیت بدنی کمتر از ۶۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک دوم فعالیت بدنی بین ۳۰۰۰-۶۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک سوم فعالیت بدنی بیشتر از ۳۰۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته و چارک چهارم داده‌های از دست رفته می-باشد. در مدل دوم علاوه بر عوامل یاد شده برای کالری دریافتی نیز تعدیل انجام گرفت. در مدل آخر برای چربی دریافتی تعدیل انجام شد. برای به دست آوردن P برای چارک‌های چگالی رژیم غذایی، رگرسیون لجستیک با میانه‌ی هر کدام از چارک‌های رژیم غذایی به دست آمده به عنوان متغیر کمی، استفاده شد.

یافته‌ها

متوسط چگالی انرژی رژیم غذایی ۰/۲۲±۰/۹۴ کیلوکالری بر گرم می‌باشد. ویژگی‌های کلی زنان و مردان شرکت‌کننده بین چارک‌های چگالی انرژی غذایی در جدول ۱ نشان داده شده است.

i -Body Mass Index
ii - Modifiable Activity Questionnaire

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]

جدول ۱- ویژگی‌های کلی افراد بر اساس چارک‌های چگالی دریافت مواد غذایی*

متغیرها	چارک‌های چگالی مواد غذایی								
	مـــــردان				P	زنـــــان			P
دریافت‌های غذایی	۱ (پایین‌ترین) <۰/۸۱	۲ (۰/۸۱-۰/۹۵)	۳ (۰/۹۵-۱/۱۲)	۴ (بالاترین) ۱/۱۲<		۱ (پایین‌ترین) <۰/۷۷	۲ (۰/۷۷-۰/۹۰)	۳ (۰/۹۰-۱/۰۴)	۴ (بالاترین) ۱/۰۴<	
تعداد	۷۹	۸۰	۸۰	۸۰		۹۴	۹۵	۹۵	۹۵	
چگالی انرژی رژیم غذایی† (کیلوکالری/گرم)	۰/۶۹±۰/۰۹	۰/۸۹±۰/۰۴	۱/۰۰±۰/۰۵	۱/۲۸±۰/۱۴	<۰/۰۰۱	۰/۶۵±۰/۰۸	۰/۸۳ ±۰/۰۴	۰/۹۶±۰/۰۴	۱/۱۹±۰/۱۴	<۰/۰۰۱
سن (سال)	۴۸/۰±۱۱	۴۴/۰±۱۲	۴۳/۰±۱۲	۴۳/۰±۱۳	۰/۰۳	۴۵/۰±۱۱	۴۶/۰±۱۰	۴۲/۰±۱۱	۳۹/۰±۱۵	<۰/۰۰۱
سابقه خانوادگی دیابت (٪)	۱۱	۸	۴	۱۵	۰/۰۸	۱۵	۱۴	۱۷	۱۵	۰/۹۴
نمایه‌ی توده‌ی بدن (کیلوگرم/مترمربع)	۲۶/۷±۳	۲۷/۲±۵	۲۶/۵±۴	۲۶/۴±۵	۰/۶۸	۲۸/۶±۵	۲۸/۲±۴	۲۷/۹±۵	۲۷/۱±۶	۰/۲۴
افراد سیگاری (٪)‡	۴۶	۴۵	۳۱	۳۵	۰/۱۶	۹/۶	۴	۴	۷	۰/۳۵
فعالیت بدنی§ (معادل متابولیکی در دقیقه در هفته)	۸۷۷±۱۶۱۶	۶۷۴±۷۹۱	۴۸۷±۶۲۱	۷۱۴±۱۲۸۰	۰/۲۳	۹۰۲±۱۱۲۰	۷۶۲±۱۲۰۸	۴۸۶±۵۶۲	۶۸۲±۹۳۷	۰/۰۵

* داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار هستند به جز داده‌هایی که درصد در آن‌ها ذکر شده است. † محاسبات چگالی انرژی رژیم غذایی با در نظر گرفتن نوشیدنی‌ها به دست آمده است. ‡ افرادی که در حال حاضر سیگار استعمال می‌کنند.

§ فعالیت بدنی بر مبنای معادل متابولیکی در دقیقه در هفته (MET)

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]

جدول ۲- الگوی دریافت متغیرهای غذایی بر اساس چارک‌های چگالی انرژی دریافتی*

دریافت‌های غذایی	چارک‌های چگالی مواد غذایی									
	مـــــردان				P	زنـــــان				P
	۱ (پایین‌ترین) <۰/۸۱	۲ (۰/۸۱-۰/۹۵)	۳ (۰/۹۵-۱/۱۲)	۴ (بالاترین) ۱/۱۲<		۱ (پایین‌ترین) <۰/۷۷	۲ (۰/۷۷-۰/۹۰)	۳ (۰/۹۰-۱/۰۴)	۴ (بالاترین) ۱/۰۴<	
انرژی دریافتی (کیلوکالری/روز)	۲۳۳۱±۸۰۱	۲۴۸۲±۸۶۸	۲۵۵۷±۹۴۰	۲۹۶۴±۱۶۶	<۰/۰۰۱	۱۸۸۳±۷۱۲	۲۱۰۸ ±۷۰۰	۲۳۵۴±۸۶۰	۲۶۶۵±۹۵۱	<۰/۰۰۱
درصد انرژی از چربی	۲۶/۰±۵	۲۷/۰±۶	۲۸/۰±۵	۳۰/۰±۷	<۰/۰۰۱	۳۰/۰±۶	۳۰/۰±۶	۳۱/۰±۷	۳۳/۰±۹	<۰/۰۰۱
درصد انرژی از پروتئین	۱۴/۵±۳	۱۳/۳±۳	۱۴/۵±۲	۱۴/۴±۳	۰/۹۵	۱۴/۶±۳	۱۴/۳±۳	۱۴/۴±۳	۱۴/۴±۴	۰/۸۶
درصد انرژی از کربوهیدرات	۶۳±۷	۶۱±۷	۶۱±۶	۵۹±۷	<۰/۰۰۱	۶۰±۷	۵۹±۶	۵۷±۷	۵۶±۷	<۰/۰۰۱
میوه تازه (گرم/ روز)†	۶۲۳±۹۰۴	۴۶۴±۳۹۶/۶	۳۵۰±۲۷۵	۲۶۷±۲۲۱	<۰/۰۰۱	۵۵۴±۵۲۵	۴۵۶±۳۲۸	۳۷۰±۲۸۱	۳۰۷±۲۳۵	<۰/۰۰۱
سبزیجات تازه (گرم/ روز)‡	۳۰۸±۲۳۱	۲۶۵±۱۷۲	۲۲۳±۱۳۲	۱۸۸ ±۱۰۵	<۰/۰۰۱	۳۳۶±۳۲۶	۲۶۵±۱۹۶	۲۳۹±۱۶۹	۲۲۶±۱۳۳	<۰/۰۰۱
سبزیجات برگ سبز (گرم/ روز)	۳۴±۳۳/۳	۳۵±۳۴/۱	۲۸±۲۶/۳	۳۱±۲۷/۷	۰/۴۴	۳۷±۳۹/۹	۳۴±۳۰/۹	۲۷±۲۱/۹	۲۷±۲۰/۸	۰/۰۲
میوه خشک (گرم/ روز)	۴±۷	۳±۵	۵±۱۱	۳±۷	۰/۵	۳±۶	۵±۱۰	۴±۱۰	۱۰±۸	۰/۵
انواع گوشت (گرم/ روز)	۵۵±۳۷	۵۹±۶۰	۵۵±۳۹	۷۰±۹۹	۰/۳۹	۴۷±۲۹	۴۴±۲۵	۶۰±۴۸	۵۶±۵۵	۰/۰۲
گوشت فراوری شده (گرم/ روز)§	۷±۸	۱۱±۱۵	۱۲±۱۹	۱۱±۱۰	۰/۰۵	۴±۵	۵±۶	۱۰±۱۵	۱۰±۱۲	<۰/۰۰۱
نوشیدنی‌های شیرین شده با شکر (گرم/ روز)	۳۱±۵۲/۴	۶۲±۸۹/۳	۴۷±۸۴/۱	۵۳±۷۹	۰/۱	۱۳±۲۹	۲۱±۳۴	۳۴±۱۴	۲۴±۳۵	۰/۳۲

*داده‌ها به صورت میانگین ±انحراف معیار هستند. † شامل میوه‌ها و آب‌میوه‌ها، ‡ سبزیجات خام و آب سبزیجات، § سوسیس، کالباس، همبرگر و تن ماهی

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]

تعداد زنان شرکت‌کننده در مطالعه ۳۷۹ نفر و مردان ۳۳۳ نفر بود. متوسط سنی زنان ۶/۵±۴۳/۰ سال و مردان ۱۲±۴۴/۵ سال به دست آمد. یافته‌های حاصل نشان داد چگالی انرژی بر اساس سن در افراد متفاوت است، به گونه‌ای که افراد در بالاترین چارک دریافت مواد غذایی در مقایسه با پایین‌ترین چارک جوان‌تر بوده‌اند (مردان: ۱۳±۴۳/۰ در برابر ۱۱±۴۸، P=۰/۰۳ و زنان: ۱۵±۳۹ در برابر ۱۱±۴۵، P< ۰/۰۰۱). نمایه‌ی توده‌ی بدن افراد در چارک‌های مختلف رژیم غذایی در مردان و زنان تفاوت معنی‌داری نداشت. فعالیت بدنی بر مبنای معادل متابولیکی در دقیقه در هفته بیان گردید و در مردان در چارک‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نداشت، اما در زنان این تفاوت معنی‌دار بود (۱۱۲۰±۹۰۲ در برابر ۹۳۷±۶۸۲، P=۰/۰۵). بر اساس جدول ۲ که میزان متغیرهای غذایی را در چارک‌های چگالی انرژی دریافتی نشان می‌دهد، انرژی دریافتی در چارک‌های بالا در مقایسه با چارک‌های پایین رژیم غذایی در مردان (۸۰۱± کیلوکالری ۲۳۳۱ در برابر ۱۶۶±۲۹۶۴ کیلوکالری، P<۰/۰۰۱) و زنان (۷۱۲±۱۸۸۳ کیلوکالری در برابر ۹۵۱±۲۶۶۵ کیلوکالری، P<۰/۰۰۱) بیشتر بود، و هم‌چنین در مردان درصد انرژی دریافتی از چربی در چارک‌های بالای انرژی بیشتر بود (۵±۲۶ در برابر ۵±۲۸/۰، P<۰/۰۰۱) و در زنان نیز این ارتباط دیده شد (۶±۳۰ در برابر ۹±۳۳/۰، P<۰/۰۰۱). درصد انرژی دریافتی از کربوهیدرات در مردان و زنان در چارک‌های بالای انرژی کمتر بود (مردان: ۷±۶۳ در برابر ۷±۵۹، P=۰/۰۰ و زنان: ۷±۶۰ در برابر ۷±۵۶، P<۰/۰۰۱). در چارک‌های بالای انرژی، دریافت میوه (مردان: ۹۰۴±۶۲۳ در برابر ۲۲۱±۲۶۷، P<۰/۰۰۱ و زنان: ۵۲۵±۵۵۴ در برابر ۲۳۵±۳۰۷، P۰/۰۰) و سبزیجات تازه (مردان: ۲۳۱±۳۰۸ در برابر ۱۰۵±۱۸۸، P<۰/۰۰۱ و زنان: ۳۲۶±۳۳۶ در برابر ۱۳۳±۲۲۶، P</۰۰۱) افراد شرکت‌کننده نسبت به چارک‌های پایین انرژی کمتر بود. مصرف سبزیجات برگ سبز در زنان در چارک‌های بالای چگالی انرژی رژیم غذایی کمتر بوده است (۳۹/۹±۳۷ در برابر ۲۰/۸±۲۷، P=۰/۰۲) اما این رابطه در مردان معنی‌دار نبود. افراد در چارک بالای چگالی انرژی، گوشت فراوری شده‌ی بیشتری را نسبت به چارک پایین انرژی دریافت می‌کردند (مردان: ۸±۷ در برابر ۱۰±۱۱، P=۰/۰۵ و زنان: ۵±۴ در برابر ۱۲±۱۰، P<۰/۰۰۱). در جدول ۳ نسبت خطر دیابت نوع ۲ در چارک‌های چگالی انرژی غذایی مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۳- خطر دیابت نوع ۲ در چارک‌های چگالی انرژی غذایی از کل رژیم

	چارک‌های چگالی مواد غذایی				مقدار P روند†
خطر دیابت در مردان*	۱ (پایین‌ترین) <۰/۸۱	۲ (۰/۸۱-۰/۹۵)	۳ (۰/۹۵-۱/۱۲)	۴ (بالاترین) ۱/۱۲<	
مدل خام	۱/۰۰	۱/۵۲(۰/۷۵-۳/۰۵)‖	۰/۷۸(۰/۳۷-۱/۶۷)	۱/۰۵(۰/۵۱-۲/۱۶)	۰/۷۹
مدل ۱ ‡	۱/۰۰	۱/۵۴(۰/۷۴-۳/۲۰)	۰/۸۲(۰/۳۷-۱/۸)	۱/۰۹(۰/۵۱-۲/۳۱)	۰/۸۸
مدل ۲ §	۱/۰۰	۱/۵۴(۰/۷۴-۳/۲۰)	۰/۸۱(۰/۳۷-۱/۷۹)	۱/۰۶(۰/۴۹-۲/۳۱)	۰/۸۳
مدل ۳ ¶	۱/۰۰	۱/۵۹(۰/۷۵-۳/۲۶)	۰/۸۳(۰/۳۷-۱/۸۴)	۱/۱۶(۰/۵۲-۲/۵۵)	۰/۹۸
خطر دیابت در زنان*	۱ (پایین‌ترین) <۰/۷۷	۲ (۰/۷۷-۰/۹۰)	۳ (۰/۹۰-۱/۰۴)	۴ (بالاترین) ۱/۰۴<	
مدل خام	۱/۰۰	۰/۹۲(۰/۴۷-۱/۸۳)	۰/۹۸(۰/۵۰-۱/۹۳)	۱/۶۶(۰/۸۷-۳/۱۵)	۰/۰۹
مدل ۱ ‡	۱/۰۰	۰/۹۶(۰/۴۸-۱/۹۳)	۱/۰۰(۰/۵۰-۲/۰۰)	۱/۸۳(۰/۹۴-۳/۵۶)	۰/۰۷
مدل ۲§	۱/۰۰	۱/۰۲(۰/۵-۲/۰۵)	۱/۱۲(۰/۵۵-۲/۲۸)	۲/۲۸(۱/۱۱-۴/۶۶)	۰/۰۲
مدل ۳¶	۱/۰۰	۱/۰۰(۰/۴۹-۲/۰)	۱/۰۸(۰/۵۳-۲/۱۸)	۲/۱۵(۱/۰۵-۴/۳۸)	۰/۰۳

*قند خون ناشتای مساوی یا بزرگ‌تر از ۱۲۶ میلی‌گرم در صد میلی‌لیتر و یا قند خون ۲ ساعته‌ی ۲۰۰≤ میلی‌گرم، † با استفاده از رگرسیون لجستیک، ‡ تعدیل شده برای BMI، سیگار کشیدن (بله، خیر)، فعالیت بدنی (چارک ابتدایی فعالیت بدنی کمتر از ۶۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک دوم فعالیت بدنی بین ۳۰۰۰-۶۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک سوم فعالیت بدنی بیشتر از ۳۰۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک چهارم داده‌های از دست رفته)، سابقه خانوادگی دیابت (بله، خیر)، § تعدیل شده برای BMI، سیگار کشیدن (بله، خیر)، فعالیت بدنی (چارک ابتدایی فعالیت بدنی کمتر از ۶۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک دوم فعالیت بدنی بین ۳۰۰۰-۶۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک سوم فعالیت بدنی بیشتر از ۳۰۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک چهارم داده‌های از دست رفته)، سابقه خانوادگی دیابت (بله، خیر)، انرژی کل دریافتی، ¶ تعدیل شده برای BMI، سیگار کشیدن (بله، خیر)، فعالیت بدنی (چارک ابتدایی فعالیت بدنی کمتر از ۶۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک دوم فعالیت بدنی بین ۳۰۰۰-۶۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک سوم فعالیت بدنی بیشتر از ۳۰۰۰ معادل متابولیکی در دقیقه در هفته، چارک چهارم داده‌های از دست رفته)، سابقه خانوادگی دیابت (بله، خیر)، چربی کل دریافتی، ‖ نسبت خطر (ضریب اطمینان ۹۵٪)

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]

در مردان و زنان بعد از تعدیل برای عوامل خطر دیابت از جمله، BMI، سابقه خانوادگی دیابت، استعمال سیگار و فعالیت بدنی در چارک‌های مختلف تفاوتی در بروز دیابت دیده نشد. در زنان، بعد از تعدیل برای انرژی کل دریافتی و یا دریافت چربی تام (علاوه بر عوامل ذکر شده‌ی مربوط به خطر دیابت)، با افزایش چگالی انرژی، خطر ابتلا به دیابت نوع ۲ به طور معنی‌داری افزایش نشان داد (به ترتیب: ۲/۲۸=نسبت خطر، P=۰/۰۲ و ۲/۱۵=نسبت خطر، P=۰/۰۳)، اما این رابطه در مردان دیده نشد. تعدیل برای انرژی دریافتی و یا چربی تام دریافتی تغییری در یافته‌ها ایجاد نکرد.

بحث

یافته‌های به دست آمده از پژوهش حاضر نشان داد مصرف رژیم غذایی با چگالی انرژی بالا بعد از تعدیل برای سن، BMI، استعمال سیگار، فعالیت بدنی، کل انرژی دریافتی و یا کل چربی دریافتی در زنان، خطر دیابت را افزایش می‌دهد، که این ارتباط در مردان مشاهده نشد.

بر مبنای یافته‌های به دست آمده از بررسی‌های مختلف در جوامع غربی، متوسط DED، زمانی که نوشیدنی‌ها در محاسبه چگالی انرژی رژیم غذایی وارد شوند، ۰/۹۴ کیلوکالری در روز می‌باشد،[۲۲] که این میزان همانند مقدار به دست آمده در مطالعه‌ی حاضر است. از آنجا که رژیم غذایی در ایران به رژیم غذایی جوامع غربی که پرچرب هستند شباهت دارد، این امر می‌تواند علت همانند بودن متوسط چگالی انرژی رژیم غذایی به دست آمده از این مطالعه در مقایسه با مطالعات دیگر باشد.[۲۳]

با توجه به اینکه بررسی‌های انجام شده روی چگالی انرژی مواد غذایی در افراد رویکرد جدیدی در رژیم‌درمانی است، روش محاسبه‌ی استانداردی برای این اندازه‌گیری وجود ندارد[۲۲] و روش‌های مختلفی برای محاسبه چگالی انرژی رژیم غذایی پیشنهاد شده است.[۲۴،۲۲] بعضی پژوهش‌گران استفاده از نوشیدنی‌ها در محاسبه‌ی چگالی انرژی رژیم غذایی را پیشنهاد کرده‌اند؛ بعضی دیگر با این پیشنهاد مخالفت نموده‌اند.[۱۶،۲۲،۲۴] توجه به در نظر گرفتن و یا عدم در نظر گرفتن نوشیدنی‌ها در محاسبه‌ی کالری از اهمیت قابل توجهی برخوردار است، زیرا نوشیدنی‌ها حجم بالا و چگالی انرژی کمتری دارند، که این عوامل روی مقدار چگالی محاسبه‌شده اثرگذار است. مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۵ توسط Ledikwe و همکاران به منظور یافتن بهترین روش محاسبه‌ی چگالی انرژی مواد غذایی انجام شد به این نتیجه رسیدند که بهتر است نوشیدنی‌ها از محاسبه‌ی چگالی انرژی رژیم غذایی حذف گردند و محاسبه‌ی چگالی انرژی رژیم غذایی فقط بر پایه‌ی خوراکی‌ها باشد، زیرا خوراکی‌ها به صورت مناسب‌تری مفهوم چگالی انرژی رژیم غذایی را نشان می‌دهند.[۲۲] از سوی دیگر محاسبه‌ی چگالی انرژی با در نظر گرفتن تمام مواد غذایی و نوشیدنی‌های غیر از آب آسان‌تر می‌باشد و نیاز به دست‌کاری داده‌های رژیمی افراد نیست[۲۲،۲۴] و برای فهم عموم آسان‌تر می‌باشد. از طرفی رفتارهای رژیمی افراد تمام جنبه‌های رژیم غذایی را شامل می‌شود و داشتن یک رژیم غذایی سالم نه تنها در غذاهای جامد بلکه اجزای مایع رژیم را نیز شامل می‌شود،[۱۶] به گونه‌ای که در پژوهش انجام شده توسط Schulze و همکاران نشان داده شد که مصرف نوشیدنی‌های شیرین منجر به بروز دیابت و چاقی می‌گردد.[۲۵] روش مورد استفاده در مطالعه‌ی حاضر در نظر گرفتن تمام مواد غذایی و نوشیدنی‌ها به جز آب است.

در مطالعه‌ی مقطعی انجام شده در بزرگسالان امریکایی چگالی رژیم غذایی با افزایش انسولین ناشتا، مستقل از دور کمر و فعالیت فیزیکی، ارتباط داشت[۱۲] و یافته‌های مطالعه‌ی آینده‌نگر وانگ[i] و همکاران نشان داد که چگالی انرژی ممکن است با افزایش خطر بروز دیابت، مستقل از چاقی، ارتباط داشته باشد. در این مطالعه که (تعداد شرکت‌کنندگان: ۲۱۹۱۹ نفر)، ۷۲۵ مورد بروز دیابت را گزارش کرده بود و به ازای هر واحد (کیلوژول) افزایش در DED ۲۰٪ افزایش در خطر دیابت را نشان داد. در مطالعه فوق DED بالا با افزایش دریافت انرژی در افراد ارتباط داشت اما ارتباط میان DED و خطر بروز دیابت مستقل از کل انرژی دریافتی، BMI ابتدای مطالعه و تغییرات وزن بیماران بوده است.[۱۶] مطالعه‌ی اروپا نشان داد که خطر دیابت نوع ۲ به ازای هر کیلوکالری/گرم افزایش در DED، ۱۵٪ افزایش می‌یابد اما ارتباط میان بروز دیابت نوع ۲ و چگالی انرژی مواد غذایی، برخلاف حجم نمونه بالای مطالعه، معنی‌دار نبوده است.[۴] در مطالعه‌ی انجام شده توسط وانگ و همکاران روش محاسبه‌ی چگالی انرژی با در نظر گرفتن نوشیدنی‌ها به جز آب محاسبه گردید[۱۶] و در مطالعه‌ی EPIC-interAct نوشیدنی‌ها در محاسبه‌ی چگالی انرژی رژیم غذایی حذف گردیدند، اما ارتباط مثبت

i -Wang

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]

بین چگالی انرژی رژیم غذایی و بروز دیابت، زمانی که نوشیدنی در محاسبه‌ی چگالی انرژی وارد شدند را گزارش کرد.[۴] در مطالعه‌ی آینده‌نگر انجام شده در سال ۲۰۰۵ که روی زنان و مردان دارای اضافه وزن انجام شد، ارتباط معنی‌داری میان DED و خطر بروز دیابت یافت نشد. این مطالعه جمعیت هدف کوچکی داشت (کل نمونه‌ها ۵۲۲ نفر) و افراد پر خطر از جمله افراد دارای اضافه وزن و با اختلال تحمل گلوکز نیز وارد مطالعه شده بودند.[۲۶] مطالعه‌ی دیگری که در ایران و به منظور یافتن ارتباط میان چگالی انرژی رژیم غذایی، بر مبنای غذا و نه نوشیدنی‌ها، و اختلالات قلبی ـ عروقی و متابولیکی از جمله دیابت انجام شد هیچ ارتباطی میان چگالی انرژی رژیم غذایی و دیابت پیدا نکردند. این مطالعه گزارش کرد که حتی زمانی که نوشیدنی‌ها در محاسبه‌ی چگالی انرژی رژیم غذایی مد نظر قرار گرفت این ارتباط به صورت خفیفی افت کرد، اما معنی‌داری آن تغییری نکرد. نمونه‌گیری مورد استفاده در این مطالعه، نمایانگر معلمان زن تهرانی بود و قابل تعمیم به کل زنان ایرانی و حتی زنان تهرانی نمی‌باشد.[۲۳] از طرفی این مطالعه به صورت مقطعی طراحی شده بود و نمونه‌ی مورد مطالعه جمعیت کمی از افراد را شامل می‌شد، هم‌چنین افراد دارای اضافه وزن بررسی شدند. در سال ۲۰۰۷ موراکامی و همکاران نیز مطالعه‌ای مقطعی طراحی کردند تا ارتباط میان چگالی انرژی رژیم غذایی، که تنها بر مبنای غذا و نه نوشیدنی‌ها بود، و متغیرهای متابولیک از جمله قند خون را بیابند؛[۸] اما این مطالعه که روی زنان لاغر و جوان انجام شده بود، ارتباط معنی‌داری میان چگالی انرژی رژیم غذایی با قند خون نیافت. پژوهش حاضر ارتباط مثبت و معنی‌دار بین DED و بروز دیابت را در جمعیت مورد بررسی یافت. یافته‌های به دست آمده از بررسی کنونی نشان می‌دهد که DED بالا زمانی که با عوامل خطر دیابت و دریافت کالری کل و یا چربی دریافتی کل تعدیل شده باشد منجر به بروز دیابت می‌گردد. این رابطه تنها در زنان مشاهده شد و در مردان حتی بعد از تعدیل با عوامل خطر و کالری دریافتی و یا چربی دریافتی کل، ارتباطی میان DED و بروز دیابت مشاهده نشد. این امر می‌تواند به علت تعداد کمتر مردان نسبت به زنان، در مطالعه‌ی حاضر باشد. عدم وجود هر گونه ارتباط بین چگالی انرژی رژیم غذایی و دیابت در این پژوهش، نیاز به بررسی‌های بیشتری در این زمینه دارد.[۲۷] از دلایل عدم وجود ارتباط در این مطالعه، می‌تواند حجم کم نمونه باشد. از سوی دیگر DED تنها بر مبنای خودگزارش‌دهی افراد محاسبه گردید که امکان گزارش بیشتر و یا کمتر دریافت ماده‌ی غذایی خاص وجود دارد.[۲۸] نقاط قوت مطالعه‌ی حاضر شامل آینده‌نگر بودن، تعدیل برای مخدوش گرهی مهم در ارتباط میان چگالی انرژی رژیم غذایی و دیابت نوع ۲ و هم‌چنین استفاده از پرسش‌نامه‌ی بسامد غذایی اعتبارسنجی شده می‌باشد. تفاوت‌های دیده شده در یافته‌های پژوهش‌های مختلف به علت روش ارزیابی متفاوت چگالی رژیم غذایی، طراحی مطالعات و نوع و فاکتورهای تعدیل شده‌ی مختلف در مطالعات است.

بر اساس یافته‌های به دست آمده از بررسی حاضر افراد در چگالی انرژی بالاتر انتخاب‌های غذایی ناسالمی را داشته‌اند، به گونه‌ای که مصرف میوه و سبزی در این افراد کمتر بود و مصرف گوشت فراوری شده‌ی بیشتر بوده، که این یافته‌ی ما با یافته‌های بررسی‌های دیگر که ارتباط چگالی انرژی رژیم غذایی با کیفیت پایین‌تر رژیم را گزارش کردند، هم‌خوانی داشته است. رژیم‌های با چگالی انرژی بالا اغلب دارای مقادیر بالای غلات تصفیه شده، اسید چرب اشباع و غذاهای فرایند شده با شکر و دریافت کم میوه و سبزی و فیبر و ویتامین و مواد معدنی هستند.[۳۱-۲۹، ۲۳، ۱۳، ۴] بر اساس گزارش Ledikwe و همکاران در سال ۲۰۰۶ افرادی که رژیم غذایی با چگالی انرژی پایین داشتند در انتخاب‌های غذایی‌شان غذاهایی بیشتر بود که از نظر ریزمغذی‌ها غنی‌تر بوده‌اند. این مساله خاطر نشان می‌کند که انتخاب رژیم غذایی بر مبنای چگالی انرژی افراد را هدایت به پیروی از داشتن رژیم غذایی سالم بر مبنای راهنمای رژیم غذایی امریکا DGA[i] می‌کند.[۳۱] بر اساس یافته‌های به دست آمده از پژوهش حاضر، در افرادی که رژیم غذایی با چگالی انرژی بالا داشتند میانگین درصد انرژی دریافتی از چربی بالاتر بود. پیشتر نیز مطالعه‌ی آینده‌نگر انجام شده روی ۳۵۹۸۸ زن نشان داد که دریافت بالاتر چربی کل با خطر بروز دیابت ارتباط دارد[۳۲] و بررسی دیگری افزایش ۸۹ درصدی خطر دیابت با پیروی از رژیم پرچرب و کم فیبر را گزارش کرد.[۱۲] اسیدهای چرب اشباع به واسطه‌ی اثرات نامطلوب روی حساسیت انسولین سلول‌های ماهیچه‌ای می‌توانند منجر به بروز دیابت گردند.[۲] رژیم‌های غذایی پرچرب اغلب دارای شاخص قند خون GI (Glycemic Index) بالایی هستند و

i - Dietary Guidelines for American

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]

رژیم غذایی با GI بالا قند خون بعد از غذا را سریع‌تر بالا می‌برد. این امر می‌تواند در نتیجه‌ی افزایش نیاز به انسولین باشد و در نتیجه منجر به فرسودگی پانکراس گردد.[۴،۳۰] مصرف رژیم‌های غذایی با چگالی انرژی پایین با دریافت‌های بالاتر غذاهای غنی از ریزمغذی‌ها و آب، دریافت کمتر چربی و نوشیدنی‌های کربناته و فولات، آهن، B6، C، A دریافت‌های بالاتر ویتامین کلسیم و پتاسیم همراه است.[۳۱] در این بررسی زنان در چگالی انرژی پایین‌تر مصرف بیشتری از سبزیجات برگ سبز را داشتند. مطالعه‌ی سیستماتیک انجام شده در سال ۲۰۱۰ نشان داد مصرف ۱/۱۵ سرویگ سبزیجات برگ سبز در طول روز خطر دیابت را ۱۴٪ کاهش می‌دهد. سبزیجات برگ سبز به واسطه‌ی محتوی بالای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی خود استرس اکسیداتیو را کاهش می‌دهند. از سوی دیگر این قبیل سبزیجات از جمله اسفناج سرشار از بتاکاروتـــن و ویتامین C می‌باشند که هر دوی آن‌ها خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند. این گروه غذایی سرشار از پلی‌فنل نیز می‌باشد و محتوی بالای منیزیم آن‌ها از خطر دیابت پیشگیری می‌کند. در نتیجه ترکیب این مواد با حساسیت انسولینی ماهیچه‌ها ارتباط دارند.[۳۳]

سازوکار ارتباط بین چگالی انرژی رژیم غذایی و دیابت نوع ۲ به خوبی شناخته نشده است.[۱۶،۳۴] فرض بر این است که رژیم‌های غذایی با DED بالا روی بروز دیابت به صورت غیرمستقیم و با افزایش بافت چربی بدن اثر می‌گذارند.[۴] غذاهای با چگالی انرژی بالا منجر به دریافت اضافی از انرژی می‌شوند زیرا نسبت به محتوی انرژی خود حجم کمی دارند. از سوی دیگر غذاهای پرچگال لذیذتر می‌باشند که دریافت غذا را افزایش می‌دهند، به معنای دیگر موجب پرخوری غیر فعال می‌شوند که منجر به چاقی و تغییر ترکیب بدن می‌گردد[۳۶-۳۴، ۱۶] که هر دوی این موارد از عوامل مهم خطر دیابت هستند. از سوی دیگر رژیم‌های غذایی پرچگال بیشتر با انتخاب غذاهای ناسالم در ارتباط می‌باشد از جمله دریافت کم میوه و سبزی و دریافت بالای غلات تصفیه‌شده، گوشت فراوی شده و مواد غذایی شیرین شده که خود این عوامل از دلایل مهم بروز دیابت می‌باشند.[۳۱]

از محدودیت‌های پژوهش حاضر، فقدان روش استاندارد و تایید شده برای محاسبه‌ی چگالی انرژی رژیم غذایی می‌باشد.[۱۶،۲۲،۲۴] بررسی تغذیه‌ای طی یک دوره‌ی زمانی از دیگر محدودیت‌های این مطالعه است، اگرچه بررسی تغذیه-ای، دریافت‌های مواد مغذی را در طی یک سال قبل از وقوع دیابت نشان می‌دهد.

پیروی از رژیم غذایی با چگالی پایین توسط WHO[i] برای بهبود سلامت جامعه و پیشگیری از بیماری‌های مزمن مربوط به رژیم غذایی توصیه شده است.[۳۷] علاوه بر آن رژیم‌های با چگالی بالای انرژی خطر چاقی را پیش‌بینی می-کنند.[۱۰،۱۱،۳۱] بنابراین انتخاب رژیم غذایی با چگالی پایین در زنان و مردان باید مورد توجه قرار گیرد.

در بررسی حاضر ارتباط میان DED و خطر بروز دیابت، تنها در زنان و بعد از تعدیل برای عوامل خطر دیابت و انرژی کل دریافتی و یا چربی دریافتی دیده شد. در مردان ارتباطی میان DED و خطر دیابت نوع ۲ به دست نیامد. یافته‌های حاصل از بررسی‌های انجام شده در این زمینه نتایج متناقضی را گزارش کرده‌اند. با توجه به عوامل یاد شده، مطالعات بیشتری برای دست یافتن به این مهم نیاز است.

سپاسگزاری: از مسئولین محترم پژوهشکده‌ی علوم غدد درون‌ریز و متابولیسم برای تامین بودجه مورد نیاز این طرح و نیز افراد شرکت‌کننده در این مطالعه تشکر و قدردانی می‌شود.

i- World Health Organization

References

1. Bi Y, Wang T, Xu M, Xu Y, Li M, Lu J, et al. Advanced research on risk factors of type 2 diabetes. Diabetes Metab Res Rev 2012 ; 28 Suppl 2: S32-9.
2. Thanopoulou AC, Karamanos BG, Angelico FV, Assaad-Khalil SH, Barbato AF, Del Ben MP, et al. Dietary fat intake as risk factor for the development of diabetes multinational, multicenter study of the Mediterranean Group for the Study of Diabetes (MGSD). Diabetes Care 2003; 26: 302-7.
3. Haghdoost AA, Rezazadeh-Kermani M, Sadghirad B, Baradaran HR. Prevalence of type 2 diabetes in the Islamic Republic of Iran: systematic review and meta-analysis. East Mediterr Health J 2009; 15: 591-9.
4. InterAct Consortium, van den Berg SW, van der A DL, Spijkerman AM, van Woudenbergh GJ, Tijhuis MJ, et al. The association between dietary energy density and type 2 diabetes in Europe: results from the EPIC-InterAct Study. PloS One 2013; 8: e59947.
5. Munoz-Pareja M, Guallar-Castillon P, Mesas AE, Lopez-Garcia E, Rodriguez-Artalejo F. Obesity-related eating

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]

behaviors are associated with higher food energy density and higher consumption of sugary and alcoholic beverages: a cross-sectional study. PloS One 2013; 8: e77137.
6. Kant AK, Graubard BI. Energy density of diets reported by American adults: association with food group intake, nutrient intake, and body weight. Int J Obes (Lond) 2005; 29: 950-6.
7. Ello-Martin JA, Ledikwe JH, Rolls BJ. The influence of food portion size and energy density on energy intake: implications for weight management. Am J Clin Nutr 2005; 82(1 Suppl): S236-41.
8. Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, Uenishi K; Japan Dietetic Students' Study for Nutrition and Biomarkers Group. Dietary energy density is associated with body mass index and waist circumference, but not with other metabolic risk factors, in free-living young Japanese women. Nutrition 2007; 23: 798-806.
9. Helmrich SP, Ragland DR, Leung RW, Paffenbarger RS Jr. Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. N Engl J Med 1991; 325: 147-52.
10. Du H, van der A DL, Ginder V, Jebb SA, Forouhi NG, Wareham NJ, et al. Dietary energy density in relation to subsequent changes of weight and waist circumference in European men and women. PloS One 2009; 4: e5339.
11. Savage JS, Marini M, Birch LL. Dietary energy density predicts women's weight change over 6 y. Am J Clin Nutr 2008; 88: 677-84.
12. Mendoza JA, Drewnowski A, Christakis DA. Dietary energy density is associated with obesity and the metabolic syndrome in U.S. adults. Diabetes care 2007; 30: 974-9.
13. Bes-Rastrollo M, van Dam RM, Martinez-Gonzalez MA, Li TY, Sampson LL, Hu FB. Prospective study of dietary energy density and weight gain in women. Am J Clin Nutr 2008; 88: 769-77.
14. Caprio S. Development of type 2 diabetes mellitus in the obese adolescent: a growing challenge. Endocr Pract 2012; 18: 791-5.
15. Murakami K, Sasaki S, Takahashi Y, Uenishi K. Dietary energy density is associated with body mass index and waist circumference, but not with other metabolic risk factors, in free-living young Japanese women. Nutrition 2007; 23: 798-806.
16. Wang J, Luben R, Khaw KT, Bingham S, Wareham NJ, Forouhi NG. Dietary energy density predicts the risk of incident type 2 diabetes: the European Prospective Investigation of Cancer (EPIC)-Norfolk Study. Diabetes care 2008; 31: 2120-5.
17. Azizi F, Rahmani M, Emami H, Mirmiran P, Hajopour R. Introducing objectives, procedure and structure of Tehran Lipid and Glucose Study (TLGS). IJEM 2000; 2: 77-86
18. Genuth S, Alberti K, Bennett P, Buse J, Defronzo R, Kahn R, et al. Follow-up report on the diagnosis of diabetes mellitus. Diabetes Care 2003; 26: 3160-7.
19. Mirmiran P, Hosseini Esfahani F, Mehrabi Y, Hedayati M, Azizi F. Reliability and relative validity of an FFQ for nutrients in the Tehran Lipid and Glucose Study. Public Health Nutr 2010;13: 654-62.
20. Momenan AA, Delshad M, Sarbazi N, Rezai-ghaleh N, Ghanbarian A, Azizi F. Reliability and validity of modifiable activity questionnair (MAQ) in an iranian urban adult population. Arch Iran Med 2012; 15: 279-82.
21. Pang D. A relative power table for nested matched case-control studies. Occup Environ Med 1999; 56: 67-9.
22. Ledikwe JH, Blanck HM, Khan LK, Serdula MK, Seymour JD,Tohill BC, et al. Dietary energy density determined by eight calculation methods in a nationally representative United States population. J Nutr 2005; 135: 273-8.
23. Khayatzadeh SS, Saneei P, Khosravi Boroujeni H, Aza dbakht L, Esmaillzadeh A. Consumption of Energy-Dense Diets in Relation to Cardiometabolic Abnormalities among Tehranian Women. Scientific Journal of Hamadan University of Medical Sciences 2013; 20: 28-48.
24. Cox DN, Mela DJ. Determination of energy density of freely selected diets: methodological issues and implications. Int J Obes Relat Metab Disord 2000; 24: 49-54.
25. Schulze MB, Manson JE, Ludwig DS, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, et al. Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. JAMA 2004; 292: 927-34.
26. Lindstrom J, Peltonen M, Eriksson JG, Louheranta A, Fogelholm M, Uusitupa M, et al. High-fibre, low-fat diet predicts long-term weight loss and decreased type 2 diabetes risk: the Finnish Diabetes Prevention Study. Diabetologia 2006; 49: 912-20.
27. Lissner L, Heitmann BL, Bengtsson C. Population studies of diet and obesity. Br J Nutr 2000; 83 Suppl 1: S21-4.
28. Kipnis V, Midthune D, Freedman L, Bingham S, Day NE, Riboli E, et al. Bias in dietary-report instruments and its implications for nutritional epidemiology. Public Health Nutr 2002; 5: 915-23.
29. Malik VS, Schulze MB, Hu FB. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. Am J Clin Nutr 2006; 84: 274-88.
30. Hosseinpour-Niazi S, Sohrab G, Asghari G, Mirmiran P, Moslehi N, Azizi F. Dietary glycemic index, glycemic load, and cardiovascular disease risk factors: Tehran Lipid and Glucose Study. Arch Iran Med 2013; 16: 401-7.
31. Ledikwe JH, Blanck HM, Khan LK, Serdula MK, Seymour JD, Tohill BC, et al. Low-energy-density diets are associated with high diet quality in adults in the United States. J Am Diet Assoc 2006; 106: 1172-80.
32. Meyer KA, Kushi LH, Jacobs DR Jr, Folsom AR. Dietary fat and incidence of type 2 diabetes in older Iowa women. Diabetes Care 2001; 24: 1528-35.
33. Carter P, Gray LJ, Troughton J, Khunti K, Davies MJ. Fruit and vegetable intake and incidence of type 2 diabetes mellitus: systematic review and meta-analysis. BMJ 2010; 341: c4229.
34. Yao M, Roberts SB. Dietary energy density and weight regulation. Nutr Rev 2001; 59: 247-58.
35. Johnson L, Mander AP, Jones LR, Emmett PM, Jebb SA. A prospective analysis of dietary energy density at age 5 and 7 years and fatness at 9 years among UK chi ldren. Int J Obes (Lond) 2008; 32: 586-93.
36. McCaffrey TA, Rennie KL, Kerr MA, Wallace JM, Hannon-Fletcher MP, Coward WA, et al. Energy density of the diet and change in body fatness from childhood to adolescence; is there a relation? Am J Clin Nutr 2008; 87: 1230-7.
37. WHO J, Consultation FE. Diet, nutrition and the preve ntion of chronic diseases: World Health Organization Geneva; 1990.

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]

Original Article

The Association between Dietary Energy Density and the Risk of Type 2 Diabetes: Tehran Lipid and Glucose Study

Hosseini-Esfahani F[1], Fallah-Nowroozi-Nejad E[1], Moslehi N[1], Mirmiran P[1,2], Azizi F[3]

[1]Nutrition and Endocrine Research Center, Obesity Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, [2]Department of Clinical Nutrition and Dietetics, Faculty of Nutrition Science and Food Technology, National Nutrition and Food Technology Research Institute, & [3]Endocrine Research Center, Research Institute for Endocrine Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, I.R. Iran

e-mail: mirmiran@endocrine.ac.ir

Received: 06/08/2014 **Accepted**: 05/11/2014

Abstract

Introduction: Dietary energy-dense foods predispose to obesity and may be associated with risk of type 2 diabetes; therefore, the aim of our study was to investigate the association between dietary energy density (DED) and the risk of type 2 diabetes. Materials and Methods: In this matched nested case-control study, 178 new onset cases of diabetes were selected from among participants of the Tehran Lipid and Glucose Study, and followed for over 9 years. Each case was randomly matched with 3 controls from among participants who had not developed diabetes. Dietary intakes were determined using a valid and reliable food frequency questionnaire. DED was calculated as energy intakes (kcal) from foods and beverages divided by the weight (grams) of foods. Results: The mean ages of participants were 43±6.5 and 44.5±12 years, in women and men respectively. Individuals with higher DED had higher calories, total fat, carbohydrate and processed meat intakes and lower fruit and vegetable intakes in men and women (P<0.05). Energy density was positively associated with incident diabetes in women, after adjustment for diabetes risk factors and total calorie intake (OR: 2.28, P trend=0.02) or total fat intake (OR: 2.15, P trend=0.03), an association which was not significant in men. Conclusion: In this nested case-control study, there was positive association between DED and risk of type 2 diabetes in women.

Keywords: Type 2 diabetes, Energy density, Diabetes, Tehran Lipid and Glucose Study

[Downloaded from ijem.sbmu.ac.ir on 2025-12-18]